

## ⑫ 公開特許公報(A)

昭64-53042

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>

F 02 D 41/14

識別記号

3 1 0

庁内整理番号

F-7813-3G

⑭ 公開 昭和64年(1989)3月1日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全15頁)

⑮ 発明の名称 内燃機関の空燃比制御装置

⑯ 特 願 昭62-209698

⑰ 出 願 昭62(1987)8月24日

⑱ 発 明 者 三 宅 光 浩 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱ 発 明 者 堀 江 修 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱ 発 明 者 高 橋 晃 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱ 発 明 者 橋 本 徹 東京都港区芝5丁目33番8号 三菱自動車工業株式会社内  
⑱ 発 明 者 牧 川 安 之 兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
応用機器研究所内

⑲ 出 願 人 三菱自動車工業株式会 東京都港区芝5丁目33番8号  
社

⑲ 出 願 人 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内2丁目2番3号

⑳ 代 理 人 弁理士 真 田 有  
最終頁に続く

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

内燃機関の空燃比制御装置

## 2. 特許請求の範囲

内燃機関の排気系に設けられた排ガス浄化用触媒コンバータの内部または下流側排気系部分に同触媒コンバータ通過後の平均空燃比情報を検出するリニア酸素濃度センサをそなえとともに、所要の周期、振幅で空燃比を強制的に変動しうる空燃比強制変動手段をそなえ、上記リニア酸素濃度センサからの出力に基づき上記空燃比強制変動手段による空燃比の強制変動状態を制御する空燃比変動制御手段が設けられたことを特徴とする、内燃機関の空燃比制御装置。

## 3. 発明の詳細な説明

## 〔産業上の利用分野〕

本発明は、内燃機関(エンジン)の空燃比を制御するための内燃機関の空燃比制御装置に関する。

## 〔従来の技術〕

従来より、内燃機関の空燃比制御装置としては、

排気マニホールドにλ型酸素濃度センサ(O<sub>2</sub>センサ)を設け、このO<sub>2</sub>センサの出力が理論空燃比を境にしてローからハイあるいはその逆にオンオフ変化することに着目して、このO<sub>2</sub>センサ出力をフィードバックすることにより、空燃比が理論空燃比近傍となるよう、空燃比を制御することが行なわれている。かかる制御をいわゆるO<sub>2</sub>フィードバック制御といっている。

そして、かかるO<sub>2</sub>フィードバック制御時に、O<sub>2</sub>センサ出力とオンオフ判定電圧(基準値)とを比較し、例えばO<sub>2</sub>センサ出力がこの判定電圧よりも大きいと、リーン化し、逆にO<sub>2</sub>センサ出力がこの判定電圧よりも小さいと、リッチ化するという空燃比制御を行なっている。

## 〔発明が解決しようとする問題点〕

ところで、フィードバック制御に使用するO<sub>2</sub>センサが経年変化や劣化を起こすと、空燃比制御の信頼性低下を招くおそれがある。

また、エンジン排気系に触媒コンバータ(三元触媒)を設け、この触媒コンバータの下流側にリ

ニアO<sub>2</sub>センサを配設して、空燃比をリッチとリーンとの間で強制的に変動させると、このリニアO<sub>2</sub>センサの出力は、第12図に示すようになる。この第12図において、Aで示す領域はO<sub>2</sub>過剰領域、Bで示す領域はO<sub>2</sub>不足領域、Cで示す領域はO<sub>2</sub>過剰領域Aで貯蔵したO<sub>2</sub>を放出している領域（以下、O<sub>2</sub>適正領域という）である。ここで、リニアO<sub>2</sub>センサの出力波形がこのようなのは、触媒のO<sub>2</sub>ストレージ効果によるものである。そして、このO<sub>2</sub>ストレージ効果とは、空燃比がリーン状態（空燃比が理論空燃比よりも薄いあるいは大きい状態）で、O<sub>2</sub>を貯蔵し、リッチ状態（空燃比が理論空燃比よりも濃いあるいは小さい状態）に変化した後、しばらくの間、貯蔵したO<sub>2</sub>を放出して酸化反応を助長する効果をいう。

そして、上記O<sub>2</sub>過剰領域Aでは、触媒コンバータ中の酸素が過剰になったために、リニアO<sub>2</sub>センサの出力が上昇している。また、O<sub>2</sub>不足領域Bでは、触媒コンバータ中のO<sub>2</sub>が不足し、

れたリニアO<sub>2</sub>センサ出力により、空燃比変動の周波数、振幅、平均空燃比等を補正して、触媒コンバータの浄化効率を最大となるよう空燃比を制御することができるようにした、内燃機関の空燃比制御装置を提供することを目的とする。

【問題点を解決するための手段】

このため、本発明の内燃機関の空燃比制御装置は、内燃機関の排気系に設けられた排ガス浄化用触媒コンバータの内部または下流側排気系部分に、同触媒コンバータ通過後の平均空燃比情報を検出するリニア酸素濃度センサをそなえとともに、所要の周期、振幅で空燃比を強制的に変動しうる空燃比強制変動手段をそなえ、上記リニア酸素濃度センサからの出力に基づき上記空燃比強制変動手段による空燃比の強制変動状態を制御する空燃比変動制御手段が設けられたことを特徴としている。

【作用】

上述の本発明の内燃機関の空燃比制御装置では、空燃比強制変動手段によって、所要の周期、振幅

CO濃度が上昇するために、リニアO<sub>2</sub>センサの出力が低下している。O<sub>2</sub>適正領域Cでは、リニアO<sub>2</sub>センサの出力はO<sub>2</sub>過剰領域AとO<sub>2</sub>不足領域Bとの中間レベルの平坦な波形となるが、このO<sub>2</sub>適正領域Cでは、触媒コンバータ中においてO<sub>2</sub>の需要と供給のバランスが完全にとれているため、触媒反応が最も活発な状態にある。

以上のことから、空燃比の変動時に触媒コンバータ後のリニアO<sub>2</sub>センサの出力を見ていて、この出力波形が、O<sub>2</sub>適正領域Cの状態にあることがわかれば、そのとき触媒コンバータの浄化効率が最大となるはずである。

したがって、排ガスの浄化効率を最大にするには、リニアO<sub>2</sub>センサの出力が第12図に示すO<sub>2</sub>適正領域Cのような波形、即ち出力レベルがあるレベル範囲内ではほぼ平坦な波形となるようにすればよいことを、本発明者は見出した。

本発明は、上記のような知見に基づき創案されたもので、空燃比を強制的に変動させ、その時の触媒コンバータの下流側（内部も含む）に設けら

で空燃比が強制的に変動せしめられるが、このとき空燃比変動制御手段によって、リニア酸素濃度センサからの出力に基づき空燃比強制変動手段による空燃比の強制変動状態が制御される。

【実施例】

以下、図面により本発明の一実施例としての内燃機関の空燃比制御装置について説明すると、第1図はその燃料供給制御系を示すブロック図、第2図はそのハードウェアを主体にして示すブロック図、第3図はそのエンジンシステムを示す全体構成図、第4図はその空燃比変動制御要領を説明するための基本フローチャート、第5図(a)、(b)はいずれもその空燃比変動制御要領を詳細に説明するためのメインフローチャート、第6図はその空燃比周期変動ルーチンを説明するためのフローチャート、第7図はその電磁弁駆動ルーチンを説明するためのフローチャート、第8図はその所要の運転ゾーンを説明するためのエンジン出力特性図、第9、10図はそれぞれその作用を説明するための図、第11図(a)、(b)はいず

れもその空燃比変動制御要領の他の例を説明するためのメインフローチャートである。

さて、本装置によって制御されるエンジンシステムは、第3図のようになるが、この第3図において、エンジン（内燃機関）Eはその燃焼室1に通じる吸気通路2および排気通路3を有しており、吸気通路2と燃焼室1とは吸気弁4によって連通制御されるとともに、排気通路3と燃焼室1とは排気弁5によって連通制御されるようになっている。

また、吸気通路2には、上流側から順にエアクリーナ6、スロットル弁7および電磁式燃料噴射弁（電磁弁）8が設けられており、排気通路3には、その上流側から順に排ガス浄化用の触媒コンバータ（三元触媒）9および図示しないマフラ（消音器）が設けられている。なお、吸気通路2には、図示しないが、サージタンクが設けられている。

さらに、電磁弁8は吸気マニホールド部分に気筒数だけ設けられている。今、本実施例のエンジン

Eが直列4気筒エンジンであるとする、電磁弁8は4個設けられていることになる。即ちいわゆるマルチポイント燃料噴射（MPI）方式のエンジンであるといえることができる。

また、スロットル弁7はワイヤケーブルを介してアクセルペダルに連結されており、これによりアクセルペダルの踏み込み量に応じて開度が変わるようになっているが、更にアイドルスピードコントロール用モータ（ISCモータ）10によっても開閉駆動されるようになっており、これによりアイドルリング時にアクセルペダルを踏まなくても、スロットル弁7の開度を変えることができるようになっている。

このような構成により、スロットル弁7の開度に応じエアクリーナ6を通じて吸入された空気が吸気マニホールド部分で電磁弁8からの燃料と適宜の空燃比となるように混合され、燃焼室1内で点火プラグを適宜のタイミングで点火させることにより、燃焼せしめられて、エンジントルクを発生させたのち、混合気は、排ガスとして排気通路3

へ排出され、触媒コンバータ9で排ガス中のCO、HC、NO<sub>x</sub>の3つの有害成分を浄化されてから、マフラで消音されて大気側へ放出されるようになっている。

さらに、このエンジンEを制御するために、種々のセンサが設けられている。まず吸気通路2側には、そのエアクリーナ配設部分に、吸入空気量をカルマン渦情報から検出するエアフローセンサ11、吸入空気温度を検出する吸気温センサ12および大気圧を検出する大気圧センサ13が設けられており、そのスロットル弁配設部分に、スロットル弁7の開度を検出するポテンショメータ式のスロットルセンサ14、アイドルリング状態を検出するアイドルスイッチ15およびISCモータ10の位置を検出するモータポジションセンサ16が設けられている。

また、排気通路3側には、触媒コンバータ9の下流側部分に、排ガス中の酸素濃度（O<sub>2</sub>濃度）を検出して触媒コンバータ通過後の平均空燃比をリニアに検出するリニア酸素濃度センサ（リニア

O<sub>2</sub>センサ）18が設けられている。

ここで、リニアO<sub>2</sub>センサ18は、その出力がリッチからリーンにわたって、リニアに変化してゆくセンサで、すでに市販されているものである。

なお、リニアO<sub>2</sub>センサ18は触媒コンバータ9の出口近傍の内部に設けて、触媒コンバータ通過後の平均空燃比を検出するようにしてもよい。

さらに、その他のセンサとして、エンジン冷却水温を検出する水温センサ19や車速を検出する車速センサ20（第2図参照）が設けられるほかに、第1、2図に示すごとく、クランク角度を検出するクランク角センサ21（このクランク角センサ21はエンジン回転数を検出する回転数センサも兼ねている）および第1気筒（基準気筒）の上死点を検出するTDCセンサ22がそれぞれデイスクリビュータに設けられている。

そして、これらのセンサ11～16、18～22からの検出信号は、電子制御ユニット（ECU）23へ入力されるようになっている。

なお、ECU23へは、バッテリー24の電圧を

検出するバッテリーセンサ25からの電圧信号やイグニッションスイッチ(キースイッチ)26からの信号も入力されている。

また、ECU23のハードウェア構成は第2図のようになるが、このECU23はその主要部としてCPU27をそなえており、このCPU27へは、吸気温センサ12、大気圧センサ13、スロットルセンサ14、リニアO<sub>2</sub>センサ18、水温センサ19およびバッテリーセンサ25からの検出信号が入力インタフェイス28およびA/Dコンバータ30を介して入力され、アイドルセンサ15、車速センサ20およびイグニッションスイッチ26からの検出信号が入力インタフェイス29を介して入力され、エアフローセンサ11、クランク角センサ21およびTDCセンサ22からの検出信号が直接に入力ポートへ入力されるようになっている。

さらに、CPU27は、バスラインを介して、プログラムデータや固定値データを記憶するROM31、更新して順次書き替えられるRAM32

およびバッテリー24によってバッテリー24が接続されている間はその記憶内容が保持されることによってバックアップされたバッテリーバックアップRAM(BURAM)33との間でデータの授受を行なうようになっている。

なお、RAM32内データはイグニッションスイッチ26をオフすると消えてリセットされるようになっている。

今、燃料噴射制御(空燃比制御)に着目すると、CPU27からは後述の手法で演算された燃料噴射用制御信号がドライバ34を介して出力され、例えば4つの電磁弁8を順次駆動させてゆくようになっている。

そして、かかる燃料噴射制御(電磁弁駆動時間制御)のための機能ブロック図を示すと、第1図のようになる。すなわちソフトウェア的にこのECU23を見ると、このECU23は、まず電磁弁8のための基本駆動時間 $T_B$ を決定する基本駆動時間決定手段35を有しており、この基本駆動時間決定手段35はエアフローセンサ11からの

吸入空気量 $Q$ 情報とクランク角センサ21からのエンジン回転数 $N_e$ 情報とからエンジン1回転あたりの吸入空気量 $Q/N_e$ 情報を求め、この情報に基づき基本駆動時間 $T_B$ を決定するものである。

また、エンジン冷却水温に応じて補正係数 $K_{VT}$ を設定する冷却水温補正手段40、吸気温に応じて補正係数 $K_{AT}$ を設定する吸気温補正手段41、大気圧に応じて補正係数 $K_{AP}$ を設定する大気圧補正手段42、加速増量用の補正係数 $K_{AC}$ を設定する加速増量補正手段43、バッテリー電圧に応じて駆動時間を補正するためデッドタイム(無効時間) $T_D$ を設定するデッドタイム補正手段44が設けられている。

なお、加速増量補正手段43へは、 $Q/N_e$ の変化率信号またはスロットル開度の変化率信号が入力されている。

ところで、空燃比変動用補正係数 $K_{AF}$ を設定し所要の周期、振幅で空燃比を強制的に変動させる空燃比強制変動手段45およびリニアO<sub>2</sub>センサ18からの出力に基づき空燃比強制変動手段

45による空燃比の強制変動状態を制御する空燃比変動制御手段47が設けられている。

また、リニアO<sub>2</sub>センサ18からの出力に応じ空燃比中央値補正係数 $K_{APC}$ を設定して空燃比の中央値を変更補正するための空燃比中央値補正手段46が設けられている。

そして、電磁弁8は、上記の各手段で求められた時間や係数に基づき算出された所要の駆動時間 $T_{INJ}(=T_B \times K_{VT} \times K_{AT} \times K_{AP} \times K_{AC} \times K_{AF} \times K_{APC} + T_D)$ で駆動されるようになっている。

かかる電磁弁駆動のための制御要領を示すと、第7図のフローチャートのようになるが、この第7図に示すフローチャートは180°毎のクランクパルスの割込みによって作動し、まずステップd1で、エアフローセンサ出力に基づいて基本駆動時間 $T_B$ を設定し、ついでステップd2で、電磁弁駆動時間 $T_{INJ}$ を $T_B \times K_{VT} \times K_{AT} \times K_{AP} \times K_{AC} \times K_{AF} \times K_{APC} + T_D$ から演算により求め、ステップd3で、この $T_{INJ}$ を噴射タイマにセットしたのち、ステップd4で、この噴射タイマをト

リガすることが行なわれている。そして、このようにトリガされると、時間 $T_{INJ}$ の間だけ燃料が噴射されるのである。

つぎに、空燃比変動制御要領を第4図に示す基本フローチャートを用いておおまかに説明する。

まず、ステップa 1で、リニア $O_2$ センサ18の出力をサンプリングする。そして、このサンプリング結果を $V_{LAFS}(n)$ とする。つぎに、ステップa 2で、このリニア $O_2$ センサ18の出力波形の振幅をN回サンプリングすることにより算出する。即ち、得られた出力 $V_{LAFS}(n)$ とこれまでの最小値 $(V_{LAFS})_{min}$ のうちの小さい方を新たに最小値 $(V_{LAFS})_{min}$ とするとともに、得られた出力 $V_{LAFS}(n)$ とこれまでの最大値 $(V_{LAFS})_{max}$ のうちの大きい方を新たに最大値 $(V_{LAFS})_{max}$ とし、N回サンプル後に、 $(V_{LAFS})_{max} - (V_{LAFS})_{min}$ から振幅 $\Delta\lambda$ を求める。

また、ステップa 3で、リニア $O_2$ センサ出力の平均値 $(V_{LAFS})_{AVE}$ を求める。即ち、これまでの平均値 $(V_{LAFS})_{AVE}$ に $V_{LAFS}(n)/N$ を足して新

しい平均値 $(V_{LAFS})_{AVE}$ を求めるのである。

ここで、Nとしては十分大きな値が選ばれる。

つぎに、ステップa 4、a 6で、リニア $O_2$ センサ出力平均値 $(V_{LAFS})_{AVE}$ がリニア $O_2$ センサ出力中央値 $(V_{LAFS})_M$ から $\pm a$  ( $a$ は不感帯定数)の範囲にあるかどうか判定される。

ここで、 $(V_{LAFS})_M$ は次式で求められる。

$$(V_{LAFS})_M = \{(V_{LAFS})_{max} + (V_{LAFS})_{min}\} / 2$$

もし、 $(V_{LAFS})_{AVE} < (V_{LAFS})_M - a$ であるなら、ステップa 5で、平均空燃比をリニア $O_2$ センサ出力の振幅値 $\Delta\lambda$ に応じてリーン化する。

もし、 $(V_{LAFS})_{AVE} > (V_{LAFS})_M + a$ であるなら、ステップa 7で、平均空燃比をリニア $O_2$ センサ出力の振幅値 $\Delta\lambda$ に応じてリッチ化する。

このように、平均空燃比をリニア $O_2$ センサ出力の振幅値 $\Delta\lambda$ に応じてリッチ化あるいはリーン化するのは、空燃比中央値補正手段46で、具体的には、この空燃比中央値補正手段46で空燃比中央値補正係数 $K_{APC}$ を変更補正して、空燃比の中央値を補正することが行なわれるのである。

また、もし $(V_{LAFS})_{AVE}$ が $(V_{LAFS})_M + a$ と $(V_{LAFS})_M - a$ との間であるなら、ステップa 8で、リニア $O_2$ センサ出力振幅値 $\Delta\lambda$ の絶対値が基準振幅値 $\Delta\lambda_S$ より小さいかどうか判定される。大きければ、ステップa 9で、空燃比変動の振幅および周期を小さくする(第9図の2点鎖線参照)。

その後は、ステップa 10で、空燃比変動の振幅および周期の最小値以下にはならないようにする。これは空燃比を強制的に変動させるという操作はやめないということを意味する。なぜなら、空燃比を強制的に変動させているときに、リニア $O_2$ センサ18の出力を通じて触媒コンバータ9の活性状態がわかるからである。従って、もし空燃比が変動しないほど、空燃比変動の振幅および周期を小さくしてしまったら、リニア $O_2$ センサ18の出力がたとえ第12図にCで示すように平坦な波形となつても、触媒コンバータ9は最高の排ガス浄化状態にあるという保証は全くないのである。

一方、リニア $O_2$ センサ出力振幅値 $\Delta\lambda$ の絶対値が基準振幅値 $\Delta\lambda_S$ より小さければ、ステップa 11で、空燃比変動の振幅および周期を大きくする(第9図の1点鎖線参照)。

なお、ステップa 11の操作はステップa 9の操作に対し、小さいゲイン( $K_1 > K_2$ )で行なう。例えば、ステップa 9では、1ビット( $K_1 = 1$ )ずつ減らしてゆくのにに対し、ステップa 11では、0.5ビット( $K_2 = 0.5$ )ずつ増やしてゆくのである。

その後は、ステップa 12で、空燃比変動の振幅および周期を所定の最大値以上にはならないようにする。これは空燃比を強制的に変動させるといっても、あまり大きくしてしまうと、エンジンEの運転が不安定になってしまうからである。

また、このように空燃比変動の振幅および周期を大きくしたり小さくしたりするのは、空燃比変動制御手段48である。

つぎに、第5図(a)、(b)を用いて、本発明にかかる空燃比変動制御要領を詳細に説明する。

なお、第5図に示すフローチャートは1つであるが、紙面の都合上、2つになったものである。

まず、第5図(a)に示すごとく、このフローはイグニッションスイッチオンでスタートし、ステップb1で、バッテリーの着脱履歴ありかどうか判定される。通常は、バッテリーは着けたままであるので、NOルートをとるが、点検等でバッテリーを外した場合は、YESルートをとって、ステップb2で、BURAMのアドレス $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$ に第8図に示す3つの運転ゾーンⅠ、Ⅱ、Ⅲ毎の初期値 $t_{11}$ 、 $t_{21}$ 、 $t_{31}$ を入力する。また、ステップb3では、BURAMのアドレスKAF C1、KAF C2、KAF C3に、第8図に示す3つの運転ゾーンⅠ、Ⅱ、Ⅲ毎の空燃比中央値補正データ(この場合は1)を入力する。

その後は、バッテリーの着脱履歴の有無にかかわらず、ステップb4で、エンジン運転状態情報を入力したあと、ステップb5で、燃料演算用補正係数 $K_{WT}$ 、 $K_{AC}$ 、 $K_{AT}$ 、 $K_{AP}$ 、 $T_D$ を設定し、RAMの各アドレス $K_{WT}$ 、 $K_{AC}$ 、 $K_{AT}$ 、 $K_{A$

$P$ 、 $T_D$ を入力する。

また、ステップb6で、運転ゾーンに基づいてBURAMより $K_{APC}$ のデータをRAMのアドレスKAF Cに入力する。

つぎに、ステップb7で、低温時かどうか判定されるとともに、ステップb8で、過渡時かどうか判定される。いずれのステップでも、YESの場合は、ステップb9で、空燃比変動フラグ(AF変動フラグ)をリセットし、ステップb10で、空燃比変動用補正係数 $K_{AF}$ を1とし、ステップb11で、サンプリングフラグをリセットして、ステップb4以降の処理を再度実行する。

しかし、ステップb7、b8のいずれでも、NOの場合、例えば定常運転時は、ステップb12で、運転ゾーンに応じた空燃比変動周期データ(AF変動周期データ)をアドレス $T_i$ ( $i=1, 2, 3$ )より読み出し、RAMのアドレスTに入力する。

その後は、ステップb13で、空燃比変動フラグ(AF変動フラグ)がセットされているかどうか

かが判定される。最初はNOであるから、ステップb14で、AF変動フラグをリセットし、ステップb15で、空燃比変動周期設定用タイマアドレスKTにアドレスTのデータを入力し、ステップb16で、空燃比変動用補正係数 $K_{AF}$ を1とし、ステップb17で、リッチ化フラグをセットし、ステップb18で、空燃比変動分 $\Delta AF$ を0として、ステップb13に戻る。

今度は、AF変動フラグがセットされているから、このステップb13で、YESルートを取り、ステップb19で、運転ゾーンに変化があったかどうか判定されるとともに、ステップb20で、同一ゾーンに所定時間以上留まっているかどうか判定される。

もし、ステップb19でYESの場合やステップb20でNOの場合は、ステップb21で、サンプリングフラグをリセットして、ステップb4以降の処理を再度実行する。

また一方において、運転ゾーンに変化がなく、同一ゾーンに所定時間以上留まっている場合は、

第5図(b)に示すごとく、ステップb22で、サンプリングフラグがセットされているかどうか判定される。最初は、サンプリングフラグはセットされていないから、ステップb23で、リニア $O_2$ センサ18出力値 $V_{LAFS}$ をそれぞれ最大値用アドレス $V_{MAX}$ および最小値用アドレス $V_{MIN}$ に入力し、ステップb24で、サンプリングフラグをセットしてから、ステップb22に戻る。

これにより、ステップb22では、YESルートを取り、ステップb25で、サンプリングタイマ値Nが所定時間NSとなったかどうか判定される。サンプリングタイマ値Nが所定時間NS(このNSとしてはリニア $O_2$ センサ18の出力値の最大値と最小値とが得られるのに十分な値が設定される)とならないうちは、このステップb25で、NOルートを取り、ステップb26で、最大値用アドレス $V_{MAX}$ の値とリニア $O_2$ センサ18出力値 $V_{LAFS}$ との大小比較がされる。もし、最大値用アドレス $V_{MAX}$ の値が $V_{LAFS}$ よりも小さければ、ステップb27で、最大値用アドレス

VMAXの値を更新する。

一方、ステップb28で、最小値用アドレスVMINの値とリニアO<sub>2</sub>センサ18出力値VLAFSとの大小比較もされており、もし、最小値用アドレスVMINの値がVLAFSよりも大きければ、ステップb29で、最小値用アドレスVMINの値を更新する。

このようにして、サンプリングタイム値Nが所定時間NSとなると、ステップb30で、得られたリニアO<sub>2</sub>センサ18の出力値の最大値VMAXと最小値VMINとから、リニアO<sub>2</sub>センサ18の振幅値Δλが求められる。

そして、つぎのステップb31で、リニアO<sub>2</sub>センサ出力中央値が求められ、その値がリニアO<sub>2</sub>センサ出力中央値用アドレスVMに入力される。

その後は、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値VAV（このリニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値VAVは後述する空燃比周期変動ルーチンで求められる）がリニアO<sub>2</sub>センサ出力中央値VMから±aの範囲内

TMINに入力する。

このように、空燃比変動データ初期値の最大値および最小値を決めるのは、次のとおりである。

まず、空燃比変動データ初期値の最小値を決めるということは、空燃比を強制的に変動させるという操作はやめないということを意味する。なぜなら、空燃比を強制的に変動させているときに、リニアO<sub>2</sub>センサ18の出力を通じて触媒コンバータ9の活性状態がわかるからである。従って、もし空燃比が変動しないほど、空燃比変動の振幅および周期を小さくしてしまったら、リニアO<sub>2</sub>センサ18の出力がたとえ第12図にCで示すように平坦な波形となつても、触媒コンバータ9は最高の排ガス浄化状態にあるという保証は全くないのである。

また、空燃比変動データ初期値の最大値を決めるのは、空燃比を強制的に変動させるといっても、あまり大きくしてしまうと、エンジンEの運転が不安定になってしまうからである。

従って、TMINはO<sub>2</sub>ストレージ効果が得ら

にあるかどうか判定される（ステップb32, 35）。

もし、 $VAV < VM - a$ なら、ステップb33で、空燃比中央値をリーン化するとともに、 $VAV > VM + a$ なら、ステップb36で、リッチ化する。

そして、その後は、ステップb24で、空燃比中央値のデータを現在の運転ゾーンに対応するアドレスKAF C1~KAF C3のいずれかに入力したあと、ステップb46, b47で、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値をそれぞれリニアO<sub>2</sub>センサ出力最大値およびリニアO<sub>2</sub>センサ出力最小値とし、ステップb48で、サンプリングタイム値Nを0にして、第5図(a)のステップb4へ戻る。

ところで、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値がリニアO<sub>2</sub>センサ出力中央値±aの範囲内にあるときは、ステップb35で、NOルートをとって、ステップb37で、運転ゾーンに応じた空燃比変動データ初期値tiの最大値t<sub>imax</sub>および最小値t<sub>imin</sub>をROMより読み出し、アドレスTMAX,

れる最小の値としておき、TMAXは初期値でよい。

なお、 $t_{i,max} < t_{j,max} < t_{k,max}$ であり、 $t_{i,min} < t_{j,min} < t_{k,min}$ である。

その後は、リニアO<sub>2</sub>センサ出力振幅値Δλの絶対値が所定振幅Δλsよりも小さいかどうか判定される。

もし、リニアO<sub>2</sub>センサ出力振幅値Δλの絶対値が所定振幅Δλs以上の場合には、空燃比変動周期はO<sub>2</sub>ストレージ効果を得るのには十分であるが、効果的につまり最小の振幅、周期で空燃比を変動させるために、ステップb39で、空燃比変動周期データTについて、K<sub>1</sub>（例えば1）だけ減らす。これにより、空燃比の振幅・周期が第9図に2点鎖線で示すように減る。

その後、ステップb40で、 $T < TMIN$ かどうか判定され、もし、NOであるなら、ステップb42へジャンプして、空燃比変動周期データTのデータを対応するアドレスT<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>のいずれかに入力するが、空燃比変動周期データTを

減らしてきて、 $T < T_{MIN}$  となったら、ステップ b 4 1 で、 $T = T_{MIN}$  において、ステップ b 4 2 の処理を施す。

また、もし、リニア  $O_2$  センサ出力振幅値  $\Delta s$  の絶対値が所定振幅  $\Delta s_s$  よりも小さくなると、この場合は触媒コンバータ 9 の  $O_2$  ストレージ効果が小さいと考えられるから、 $O_2$  ストレージ効果が発揮されるよう、ステップ b 4 3 で、空燃比変動周期データ  $T$  について、 $K_s$  よりも小さい  $K_s$  (例えば 0.5) だけ増やす。これにより、空燃比の振幅・周期が第 9 図に 1 点鎖線で示すように増える。

その後、ステップ b 4 4 で、 $T > T_{MAX}$  かどうか判定され、もし、NO であるなら、ステップ b 4 2 へジャンプして、空燃比変動周期データ  $T$  のデータを対応するアドレス  $T_1$ 、 $T_2$ 、 $T_3$  のいずれかに入力するが、空燃比変動周期データ  $T$  を増やしてきて、 $T > T_{MAX}$  となったら、ステップ b 4 5 で、 $T = T_{MAX}$  において、ステップ b 4 2 の処理を施す。

ステップ c 5 で、 $K T$  の内容が 0 かどうか判定される。最初は、0 でないので、ステップ c 6、c 7 をジャンプして、ステップ c 8 で、空燃比変動用アドレス  $K A F$  の内容を  $1 + \Delta A F$  とする。これにより、空燃比はリッチ側へ変動する。

つぎは、ステップ c 9 で、サンプリングフラグがセットされているかどうか判定される。

運転ゾーンに変化がない場合や同一ゾーンで所定時間以上経過している場合は、サンプリングフラグがセットされているから、この場合は、リニア  $O_2$  センサ出力平均値を更新する。即ち、ステップ c 10 で、現在のリニア  $O_2$  センサ出力平均値用アドレス  $V A$  の内容にリニア  $O_2$  センサ出力  $V_{LAFS}$  を加えて、この加算後の値を新しくリニア  $O_2$  センサ出力平均値用アドレス  $V A$  の内容とし、ステップ c 11 で、 $N = N + 1$  とし、ステップ c 12 において、ステップ c 10 で更新したリニア  $O_2$  センサ出力平均値用アドレス  $V A$  の内容を  $N$  で割り、この値をリニア  $O_2$  センサ出力平均値用アドレス  $V A V$  に入力する。これにより、リニア

なお、ステップ b 4 2 のあとは、ステップ b 4 6、b 4 7、b 4 8 の処理をして、第 5 図 (a) のステップ b 4 の処理に戻る。

ところで、空燃比周期を変動させるには、第 6 図に示す空燃比変動ルーチン (A F 変動ルーチン) が使用される。まず、このルーチンは、タイマ割込ごとに駆動され、最初のステップ c 1 で、A F 変動フラグがセットされているかどうか判定される。低温時や過渡時は A F 変動フラグがリセットされているので [第 5 図 (a) のステップ b 9 参照]、リターンされるが、第 5 図 (a) ステップ b 13 で、YES のあとは、A F 変動フラグがセットされるから、つぎのステップ c 2 で、リッチ化フラグがセットされているかどうか判定される。第 5 図 (a) のステップ b 17 からわかるように、最初は、リッチ化フラグがセットされているから、YES ルートを取り、ステップ c 3 で、空燃比変動分  $\Delta A F$  を  $\beta$  だけ増やして、リッチ化するとともに、ステップ c 4 で、周期設定用アドレス  $K T$  のデータを  $\gamma$  だけ減らす。そして、

$O_2$  センサ出力平均値を更新してゆく。

そして、ステップ c 5 で、周期設定用アドレス  $K T$  が 0 になると、ステップ c 6 で、リッチ化フラグをリセットし、ステップ c 7 で、周期設定用アドレス  $K T$  に空燃比変動周期データの初期値  $T$  (この  $T$  はアドレス  $T$  の内容) を 2 倍した値を入力する。その後は、ステップ c 8 以降の処理を施す。

そして、次のタイマ割込で、ステップ c 2 の処理に至ると、NO ルートを取り、ステップ c 13 で、空燃比変動分  $\Delta A F$  を  $\beta$  だけ減らして、リーン化するとともに、ステップ c 14 で、周期設定用アドレス  $K T$  のデータを  $\gamma$  だけ減らす。そして、ステップ c 15 で、 $K T$  の内容が 0 かどうか判定される。最初は、0 でないので、ステップ c 16、c 17 をジャンプして、ステップ c 8 で、空燃比変動用アドレス  $K A F$  の内容を  $1 + \Delta A F$  とする。この場合は、前の  $\Delta A F$  よりも  $\beta$  だけ小さいので、空燃比はリーン側へ変動する。

つぎは、ステップ c 9 で、サンプリングフラグ



がセットされているかどうか判定される。

運転ゾーンに変化がない場合や同一ゾーンで所定時間以上経過している場合は、サンプリングフラグがセットされているから、この場合は、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値を更新する。即ち、ステップc10で、現在のリニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値用アドレスVAの内容にリニアO<sub>2</sub>センサ出力V<sub>LAFS</sub>を加えて、この加算後の値を新しくリニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値用アドレスVAの内容とし、ステップc11で、 $N = N + 1$ とし、ステップc12において、ステップc10で更新したリニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値用アドレスVAの内容をNで割り、この値をリニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値用アドレスVAVに入力する。これにより、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値を更新してゆく。

このようにして、空燃比周期を変動させながら、リニアO<sub>2</sub>センサ出力平均値を更新してゆくことができる。

なお、運転ゾーンに変化があった場合や同一ゾーンで所定時間以上経過していない場合は、サン

プリングフラグがリセットされるから、この場合は、ステップc9で、NORootをとり、ステップc17で、VAを0にし、ステップc18で、Nを0にして、リターンする。

このように空燃比を制御することにより、リニアO<sub>2</sub>センサ18の出力は第12図にCで示すように平坦で直線的になる。

そして、リニアO<sub>2</sub>センサ18の出力は第12図にCで示すように平坦で直線的になることにより、触媒コンバータ9の排ガス浄化効率を最大にすることができる。

なお、リニアO<sub>2</sub>センサ出力振幅値 $\Delta s$ の絶対値が設定値 $\Delta s_s$ よりも小さくなった場合に、空燃比変動周期を更に長くするような処理は施さないようにしてもよい。この場合の空燃比変動制御要領を示すと、第11図(a)、(b)のようになる。すなわち、この例の特徴を端的に示している部分はステップb38のYESルートがステップb46につながっていることである。

なお、この場合、第11図(b)のステップa

34のつぎにステップa34'の処理をいれる。

このステップa34'では、周期変動データの初期値 $t_i$  ( $i=1, 2, 3$ ) をアドレスTiに入力する。このステップa34'の意義は、振幅 $\Delta s$ が外れると、強制振幅を元の初期状態(初期値の状態)に戻すということにある。

このようにしても、第5図(a)、(b)に示す場合とほぼ同様の効果ないし利点が得られる。  
[発明の効果]

以上詳述したように、本発明の内燃機関の空燃比制御装置によれば、内燃機関の排気系に設けられた排ガス浄化用触媒コンバータの内部または下流側排気系部分に同触媒コンバータ通過後の平均空燃比情報を検出するリニア酸素濃度センサをそなえとともに、所要の周期、振幅で空燃比を強制的に変動しうる空燃比強制変動手段をそなえ、上記リニア酸素濃度センサからの出力に基づき上記空燃比強制変動手段による空燃比の強制変動状態を制御する空燃比変動制御手段が設けられるという簡単な構成で、空燃比を強制的に変動させ、

その時の上記リニアO<sub>2</sub>センサ出力により、空燃比変動の周波数、振幅、平均空燃比等を補正して、触媒コンバータの浄化効率が最大となるよう空燃比を制御できる利点がある。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1～11図は本発明の一実施例としての内燃機関の空燃比制御装置を示すもので、第1図はその燃料供給制御系を示すブロック図、第2図はそのハードウェアを主体にして示すブロック図、第3図はそのエンジンシステムを示す全体構成図、第4図はその空燃比変動制御要領を説明するための基本フローチャート、第5図(a)、(b)はいずれもその空燃比変動制御要領を詳細に説明するためのメインフローチャート、第6図はその空燃比周期変動ルーチンを説明するためのフローチャート、第7図はその電磁弁駆動ルーチンを説明するためのフローチャート、第8図はその所要の運転ゾーンを説明するためのエンジン出力特性図、第9、10図はそれぞれその作用を説明するための図、第11図(a)、(b)はいずれもその空

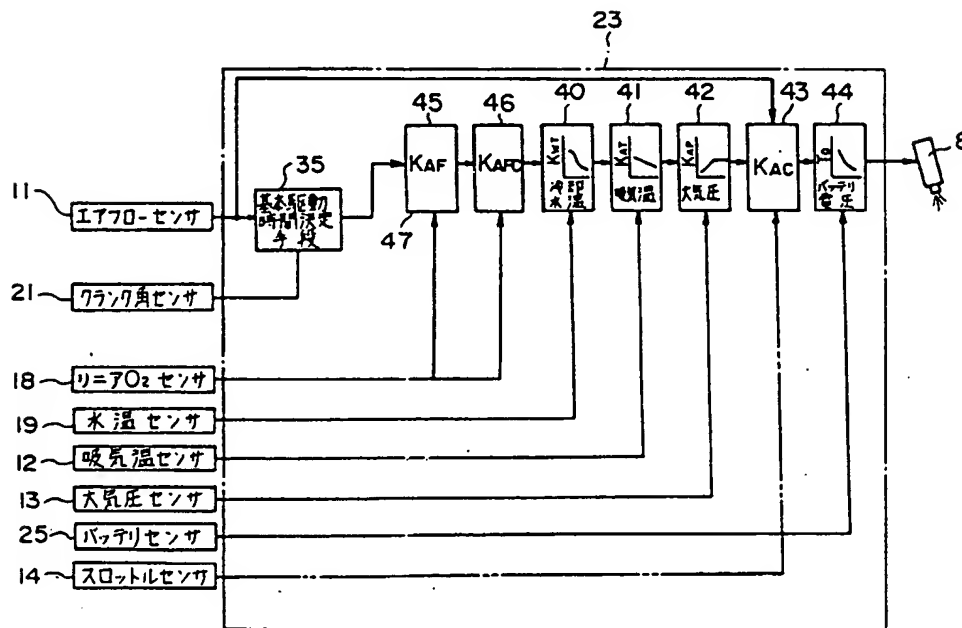
燃比変動制御要領の他の例を説明するためのメインフローチャートであり、第12図は触媒コンバータ下流側に設けられたリニアO<sub>2</sub>センサ出力例を示す波形図である。

1—燃焼室、2—吸気通路、3—排気通路、4—吸気弁、5—排気弁、6—エアクリーナ、7—スロットル弁、8—電磁弁、9—触媒コンバータ、10—ISCモータ、11—エアフローセンサ、12—吸気温センサ、13—大気圧センサ、14—スロットルセンサ、15—アイドルスイッチ、16—モータポジションセンサ、18—リニア酸素濃度センサ（リニアO<sub>2</sub>センサ）、19—水温センサ、20—車速センサ、21—クランク角センサ、22—TDCセンサ、23—電子制御ユニット（ECU）、24—バッテリー、25—バッテリーセンサ、26—イグニッションスイッチ（キースイッチ）、27—CPU、28、29—入出力インタフェース、30—A/Dコンバータ、31—ROM、32—RAM、33—バッテリーバックアップRAM（BURAM）、34—ドライバ、

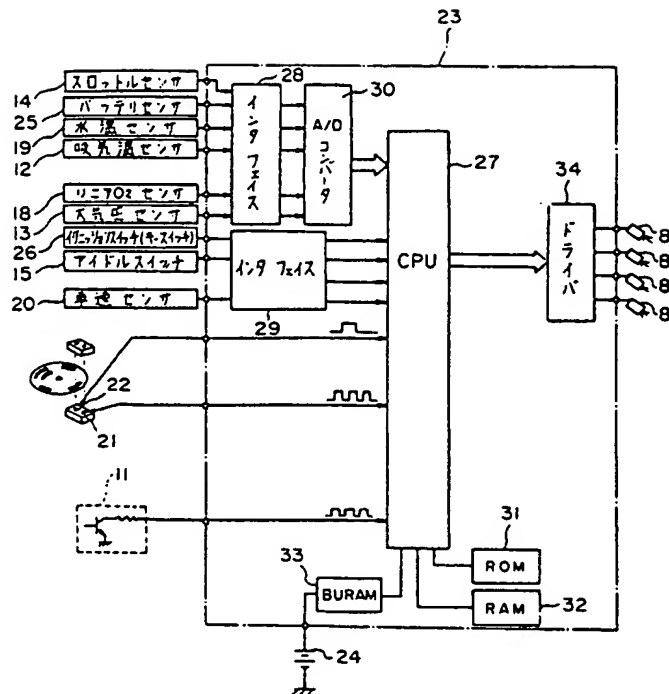
35—基本駆動時間決定手段、40—冷却水温補正手段、41—吸気温補正手段、42—大気圧補正手段、43—加速増量補正手段、44—デッドタイム補正手段、45—空燃比強制変動手段、46—空燃比中央値補正手段、47—空燃比変動制御手段、E—エンジン。

代理人 弁理士 真田 有

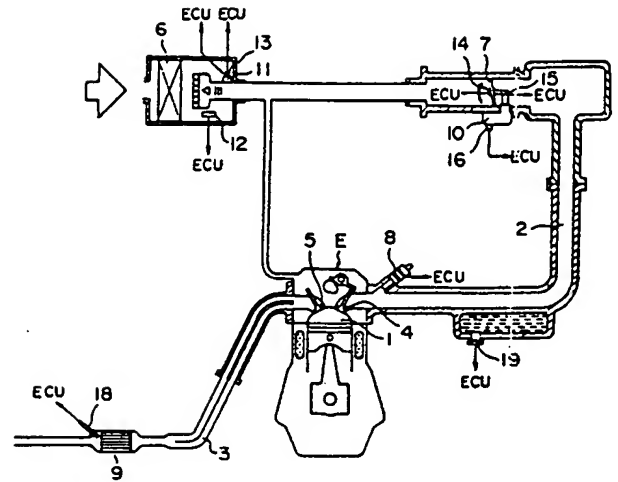
第1図



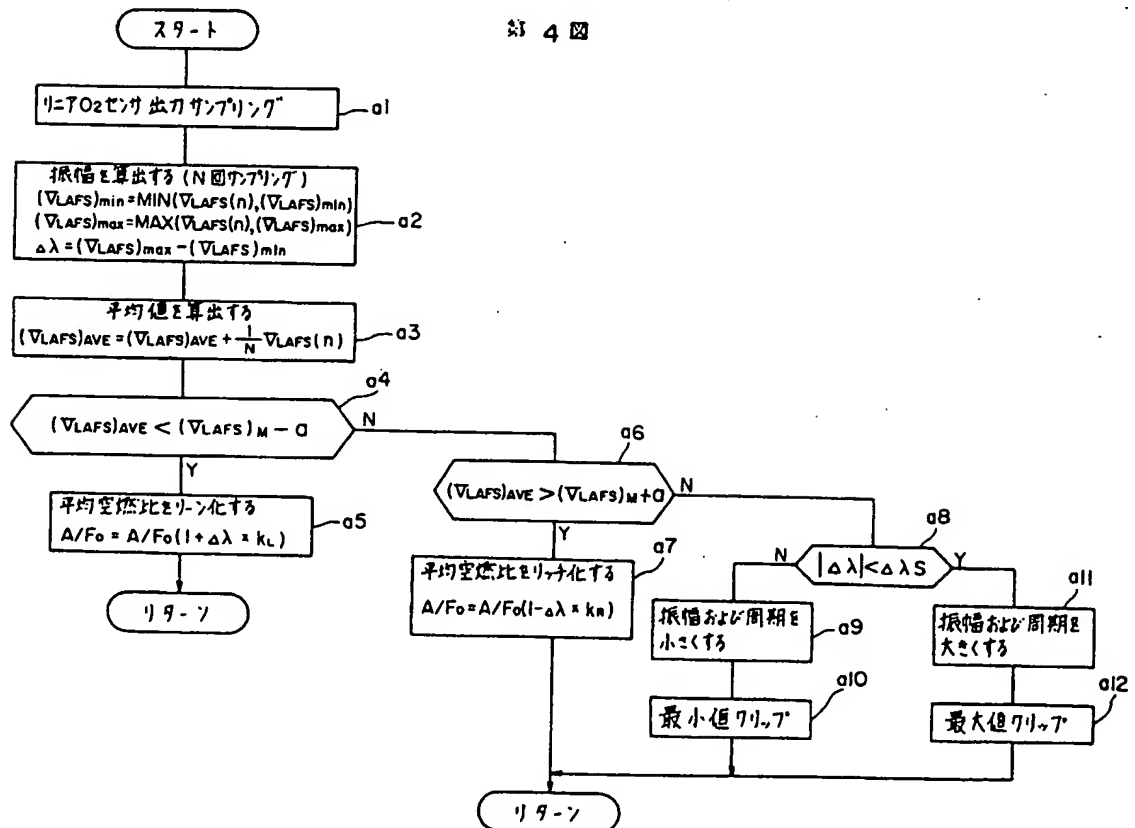
第2図



第3図

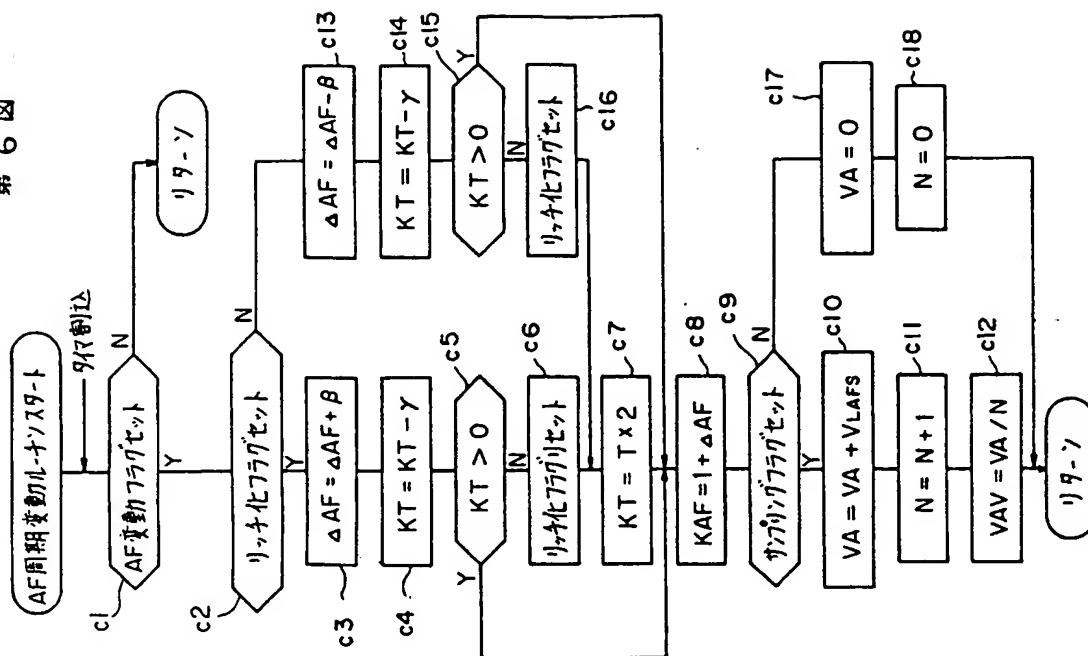


第4図

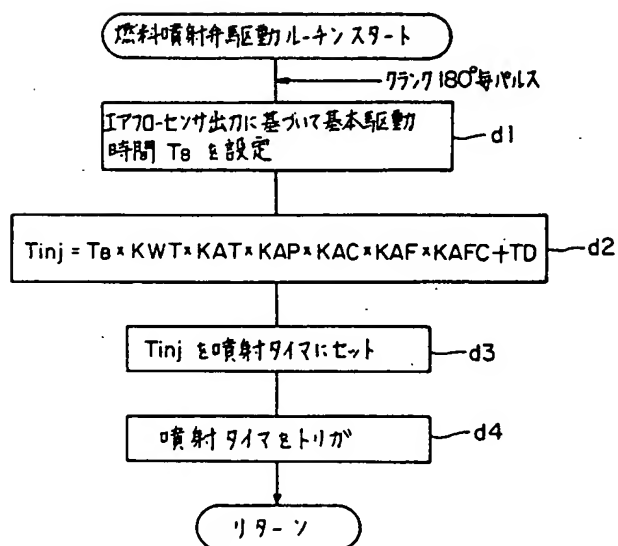




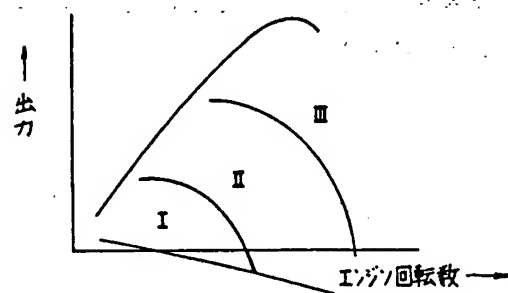
第 6 図



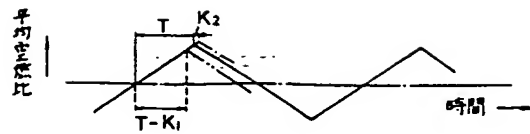
第 7 図



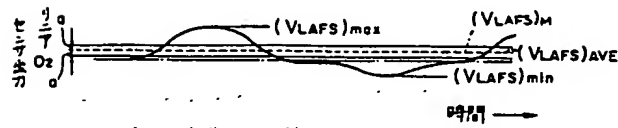
第 8 図



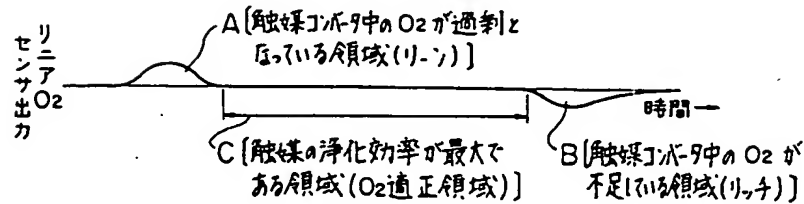
第9図



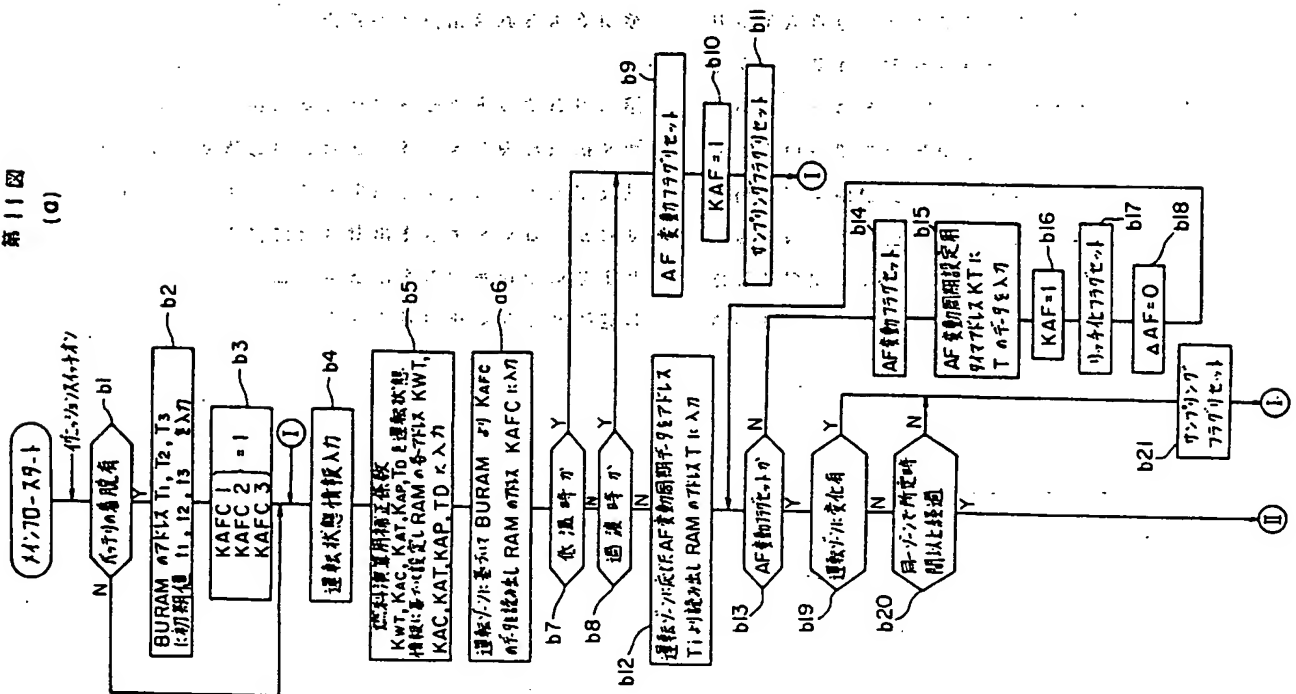
第10図

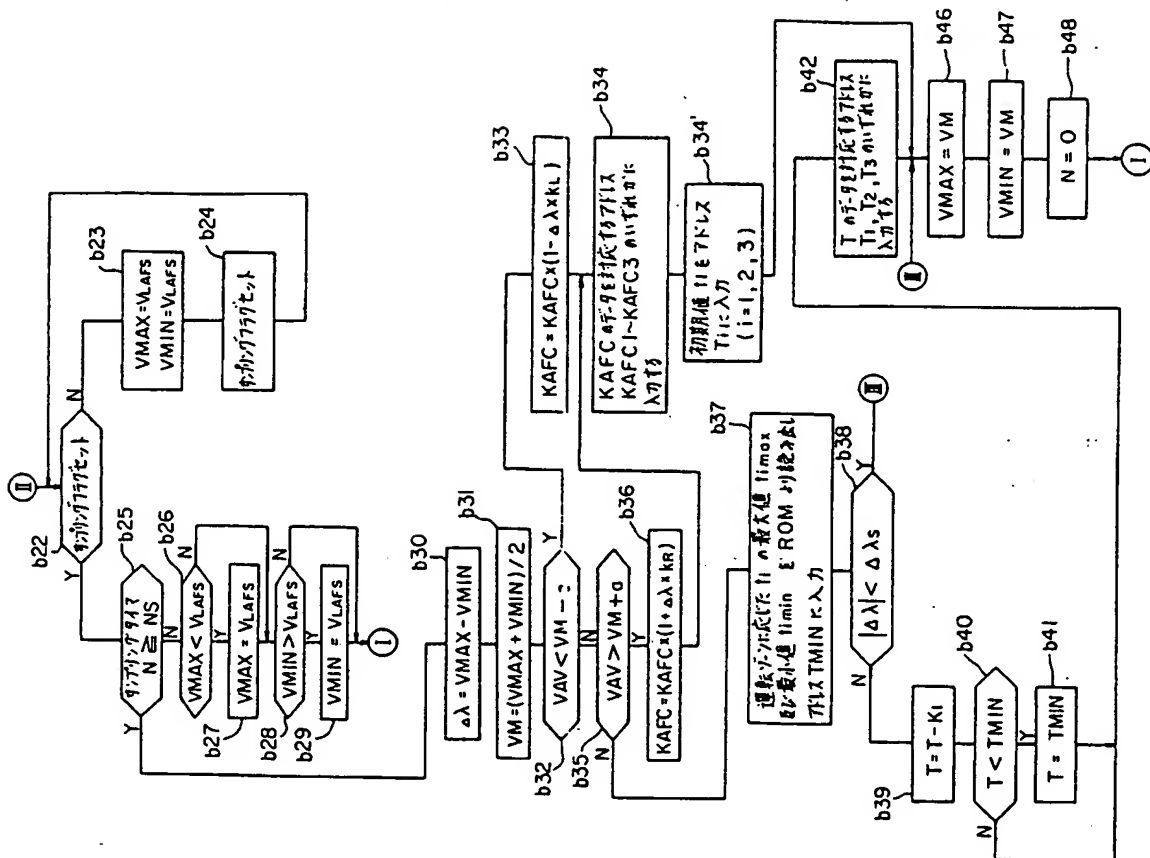


第12図



第11図 (a)



第11図  
(b)

第1頁の続き

⑦発明者 西 田 稔

兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
応用機器研究所内

⑧発明者 片 柴 秀 昭

兵庫県尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機株式会社  
応用機器研究所内

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**